

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-212682

⑤ Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)8月23日

F 16 J 15/40

A

7369-3 J

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 磁性流体シール

⑯ 特 願 平1-31678

⑰ 出 願 平1(1989)2月10日

⑱ 発 明 者 一 色 尚 次 東京都世田谷区経堂2丁目29番6号  
 ⑲ 出 願 人 一 色 尚 次 東京都世田谷区経堂2丁目29番6号  
 ⑲ 出 願 人 久保田鉄工株式会社 大阪府大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 森本 義弘

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

磁性流体シール

## 2. 特許請求の範囲

1. 回転軸の外周に一条または複数条の環状のフリンジを形成し、

この回転軸の外側に配置されてこの回転軸を収容するケーシングの内周に、前記各フリンジの先端外周部が入り込み可能かつフリンジに磁場を印加可能な環状溝を形成し、

前記フリンジの外周と環状溝の内面との隙間に磁性流体を介在させ、

たことを特徴とする磁性流体シール。

2. フリンジおよび環状溝は、それぞれ横断面がV字形に形成されていることを特徴とする請求項1記載の磁性流体シール。

3. フリンジの表面に複数条の周方向の溝部を形成して、このフリンジの表面に、環状溝の内面に近接した縦幅の周方向の近接面を複数条形成したことを特徴とする請求項1または

2に記載の磁性流体シール。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は高速回転軸などに用いられる磁性流体シールに関するものである。

## 従来の技術

軸とこの軸を収容するケーシングとの間のシールとして、近年、磁気シールが提案されている。従来のこの種の磁気シールとして、たとえば「工業材料」第30巻、第7号、第54～56頁に開示されるものがあり、以下これを第5図および第6図にもとづいて説明する。

第5図および第6図において1は回転軸であり、磁石6を間に挟んだ磁極片にて構成されるケーシング2の内部に収容されている。回転軸1の外周には環状のフリンジ3が複数条形成され、またケーシング2の内周面4は円筒面に形成されている。フリンジ3の先端外周部とケーシング2の内周面4との隙間には、磁性流体5が介在されている。

このような構成において、フリンジ3を磁束7

が通過する磁場を作用させると、このフリンジ3の先端部の磁束密度が高くなり、磁力によって吸引された磁性流体5がこの部分に集中して、フリンジ3の側方より作用する内部圧力 $\Delta P$ に抗するシール機能を果たすことになる。

発明が解決しようとする課題

しかし、このように磁力のみを用いてシール機能を実現するだけでは、シールすべき内部圧力 $\Delta P$ が大きくなった場合に磁性流体5のシールが破壊するなどして対応できなくなるおそれがあるといった問題点があり、たとえば第5図および第6図に示されるものでは耐えうる内部圧力 $\Delta P$ は0.1気圧が限度である。そのため、高圧シール用のものではフリンジ3の段数をきわめて多くしなければならないといった問題点がある。

そこで本発明はこのような問題点を解決し、1段のフリンジで大きな内部圧力に耐えることができる磁気流体シールを提供することを目的とする。課題を解決するための手段

上記目的を達成するため本発明は、

- 3 -

れば磁性流体は反方向に押し出されて半径方向の液面高さにヘッド差を生ずる。

このようになると、磁性流体には磁力による耐圧力性能とともにヘッド差に作用する遠心力による耐圧力性能も同時に生じて加算され、しかも高速軸では前者にくらべて後者の方が十分大きくなるので、従来の磁性流体シールにくらべて大きな内部圧力に対抗可能な磁性流体シールが得られる。

また、フリンジの表面に複数条の周方向の溝部を形成して、環状溝の内面に近接した細幅の周方向の近接面を複数条形成すれば、このような近接面を形成しない場合に比べ、フリンジにおける環状溝の内面に近接した部分の面積が小さくなって、摩擦損失が低減される。

実施例

第1図は、本発明の第1実施例にもとづくV型磁性流体シールの構造を示す。ここで11は回転軸であり、その外周には二段の環状のフリンジ12が形成されている。フリンジ12は、その先端外周部が先細り状となるV字形の断面形状を有するよう

- 5 -

回転軸の外周に一条または複数条の環状のフリンジを形成し、

この回転軸の外側に配置されてこの回転軸を収容するケーシングの内周に、前記各フリンジの先端外周部が入り込み可能かつフリンジに磁場を印加可能な環状溝を形成し、

前記フリンジの外周と環状溝の内面との隙間に磁性流体を介在させたものである。

また本発明によれば、フリンジおよび環状溝の横断面の形状を、それぞれV字形に形成することができる。

さらに本発明によれば、フリンジの表面に複数条の周方向の溝部を形成して、このフリンジの表面に、環状溝の内面に近接した細幅の周方向の近接面を複数条形成するのが好ましい。

作用

このような構成によれば、フリンジの回転によってフリンジの外周と環状溝の内面との間の磁性流体とともに回転し、遠心力によって外側に強く押しつけられ、隙間の一方より内部圧力が作用す

- 4 -

に構成されている。回転軸11はケーシング14の内周に収容され、このケーシング14は、磁石21を間に挟んだ磁極片にて形成されるとともに、その内周面13が円筒状に形成されている。これにより、図示のような磁束19を有した磁場が形成されている。このケーシング14には、回転軸11のフリンジ12に対応する位置に、このフリンジ12の先端外周部が入り込む環状溝15が形成されている。この環状溝15は、フリンジ12の断面形状に対応して、V字状の断面形状に形成されている。フリンジ12の先端外周部と環状溝15との隙間には、磁性流体16が介在されている。

次に上記構成にもとづくシール効果を、第6図に示す従来例の場合のシール効果との対比のうえで説明する。

まず第6図にもとづき、従来例における磁気的な体積力の強さについて説明する。いま、磁性流体5の幅 $W$ を2mm、その密度 $\gamma$ を2000kg/cmとして、この磁性流体5が0.1kg/cmの耐圧を有するのに必要な体積力 $X$ は、重力加速度を $g$ として

- 6 -

$$0.1 \times 10^4 \text{ (kg/m)} = 2000 \times \frac{X}{g} \times 2 \times 10^{-3}$$

より、

$$X = \frac{10^3 \text{ g}}{4} = 250 \text{ g}$$

すなわち重力加速度の 250 倍となる。

次に第 1 図にもとづき、本発明において遠心力により生じる体積力の強さについて説明する。ここで、第 1 図に示すように、内部圧力  $\Delta p$  が作用すると、環状溝 15 に入り込んだフリンジ 12 の先端部における内部圧力  $\Delta p$  の作用側とその反対側とは、この内部圧力  $\Delta p$  にもとづき、磁性流体 16 に回転軸 11 のラジアル方向のヘッド差  $\Delta h$  が生じる。いま、回転軸 11 の直径  $\gamma$  が 2 mm、その回転数が 12000rpm であるとする、その周上の遠心力の加速度  $Y$  は、接線方向の速度を  $u$  として、

$$\frac{Y}{g} = \frac{u^2}{\gamma g} = \frac{(12.56)^2}{0.01 \times 9.8} = 1609$$

- 7 -

の遠心力にもとづく耐圧性は、第 1 実施例の V 型と第 2 実施例のツリー型ではほぼ同等である。

しかし、磁性流体 16 に働く摩擦力につき説明すると、第 1 実施例の場合は環状溝 15 とフリンジ 12 との隙間のギャップ幅が全面的に小さく、かつ狭い部分の長さも大きいので、磁性流体 16 に生ずる粘性力すなわち摩擦力がきわめて大きなものとなる。これに対し第 2 実施例の場合は、近接面 18 の面積が小さく、かつ溝部 17 が摩擦を低減させるための自由空間として作用するため、第 1 実施例の場合に比べて摩擦力はきわめて小さくなる。よって、軸 11 を回転させる際の摩擦損失も小さくなる。

また磁力にもとづく耐圧性について説明すると、第 1 実施例の V 型の場合では、フリンジ 12 と環状溝 15 との隙間の長さが大きいので、磁束が分散し、第 2 実施例のツリー型の場合では、第 3 図に示すようにフリンジ 12 の近接面 18 に磁束 19 が集中するという違いが生ずるが、近接部の隙間が等しければ、全体の磁束強さは等しいので、両者の磁力による効果はほぼ等しくなる。

- 9 -

すなわち

$$Y = 1609 g$$

となる。したがって、遠心力による体積力は、磁力のその約 6.5 倍となることが示される。計算によれば、もしヘッド差  $\Delta h$  が 5 mm あれば、遠心力と磁力との合計で、実に 1.8ata の内部圧力  $\Delta p$  に耐えることが可能になる。よって、従来のものと同等の耐内部圧力性を得ようとする、フリンジ 12 の段数ははるかに少なくてもよいことになる。

第 2 図～第 4 図は本発明の第 2 実施例にもとづくツリー型磁性流体シールの構造を示す。ここでは、フリンジ 12 の面積に複数条の周方向の溝部 17 を形成することにより、環状溝 15 の内面に近接した幅の周方向の近接面 18 が複数条形成されている。磁性流体 16 は、溝部 17 を含めたフリンジ 12 と環状溝 15 との隙間に介在されている。また、内部圧力  $\Delta p$  によりヘッド差  $\Delta h$  が生じている。

この第 2 実施例の磁性流体シールを上述の第 1 実施例のものと比較すると、いまヘッド差  $\Delta h$  が同じで、かつ遠心力の加速度  $Y$  が等しければ、こ

- 8 -

以上より、第 1 実施例の V 型に比べ、第 2 実施例のツリー型の方が、磁性流体 16 内に生ずる摩擦損失が小さい分だけ高速軸に有利である。

磁性流体 16 としては、従来と同じくできるだけ粘性の低いものが好ましい。また真空用などでは、使用温度における蒸気圧ができるだけ低いことが好ましい。また磁束 19 の強さは、回転軸 11 の停止時に磁性流体 16 をフリンジ 12 と環状溝 15 との隙間に保持しておくことのできる力があればよく、必ずしもあまりに強力である必要はない。それは、前述のように遠心力による効果が磁力による効果よりもはるかに大きいためである。

また第 4 図に示すように、フリンジ 12 の溝部 17 には、磁性流体 16 に遠心力を与えるための三日月形の凹部 20 を多数形成するのが好ましい。あるいは、この凹部 20 に代えて、溝部 17 の内面に多数のフィンを形成してもよい。

また磁気シール部すなわち環状溝 15 とフリンジ 12 との組合せ部は、第 1 図に示すように二段あれば十分であることが多い。

- 10 -

以上のように本発明の磁性流体シールによれば、わずかなフリンジ段数で内部圧力への耐圧性にすぐれたものとする事ができるため、高速真空ポンプ、薬液シールポンプ、各種ブロー、蒸気タービン、ガスタービンなど、回転の上昇とともに所要シール圧力が上昇する流体機械に特に好適である。

#### 発明の効果

以上述べたように本発明によると、磁力にもとづく耐圧性のみならず、遠心力にもとづく耐圧性をも得ることができるため、内部圧力への耐圧性を良好なものとする事ができ、シール部の段数を従来よりも十分に減少させることが可能となって、コンパクトな構成とすることができる。

また、フリンジの表面に複数条の周方向の溝部を形成して、環状溝の内面に近接した細幅の周方向の近接面を複数条形成することにより、フリンジにおける環状溝の内面への近接部の面積を小さくすることができ、摩擦損失を低減させることができる。

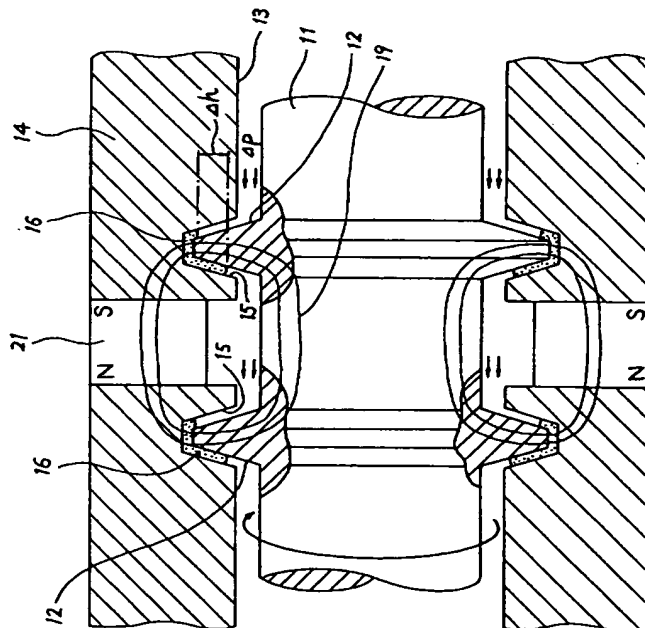
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例の磁性流体シールの断面図、第2図は本発明の第2実施例の磁性流体シールの断面図、第3図は第2図における要部の拡大図、第4図は第2図におけるフリンジを拡大して示す斜視図、第5図は従来の磁性流体シールの断面図、第6図は第5図における要部の拡大図である。

11…回転軸、12…フリンジ、14…ケーシング、15…環状溝、16…磁性流体、 $\Delta h$ …ヘッド差、17…溝部。

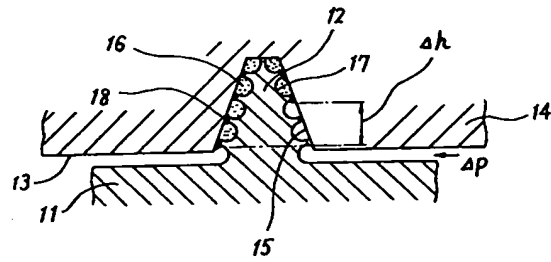
代理人 森 本 義 弘

第1図

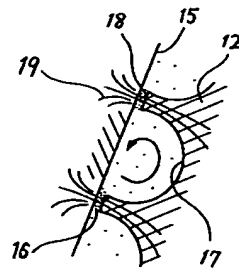


11…回転軸  
12…フリンジ  
14…ケーシング  
15…環状溝  
16…磁性流体  
 $\Delta h$ …ヘッド差

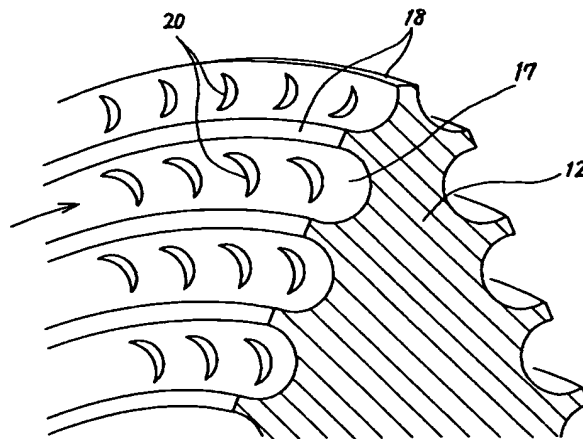
第 2 図



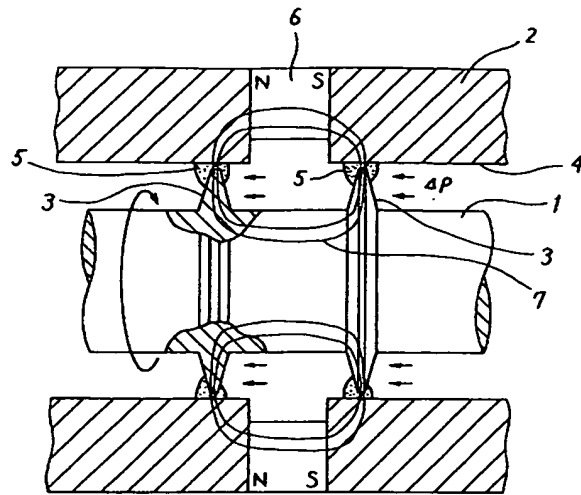
第 3 図



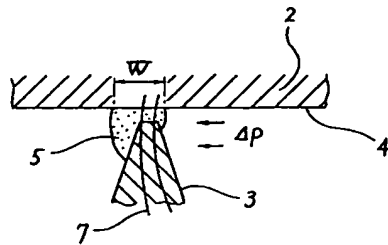
第 4 図



第 5 図



第 6 図



PAT-NO: JP402212682A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02212682 A  
TITLE: MAGNETIC FLUID SEAL  
PUBN-DATE: August 23, 1990

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
ISSHIKI, NAOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:	
NAME	COUNTRY
ISSHIKI NAOJI	N/A
KUBOTA LTD	N/A

APPL-NO: JP01031678  
APPL-DATE: February 10, 1989

INT-CL (IPC): F16J015/40  
US-CL-CURRENT: 277/410

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the internal pressure resistance by a method wherein an annular groove which the tip of a fringe enters and on which a magnetic field can be applied is formed in the inner surface of the casing of a rotary shaft on the outer periphery of which a single or a plurality of annular fringes are mounted, and magnetic fluid is present in a gap therebetween

CONSTITUTION: A rotary shaft 11 on the outer periphery of which annular fringes 12 are located in two stages is contained in a casing 14, and is formed with magnetic pole pieces between which a magnet 21 is nipped, and an inner peripheral surface 13 thereof is formed in the shape of a cylinder.

This constitution provides a magnetic field having a magnetic flux 19. In this casing 14, annular grooves 15 which the outer peripheral parts of the tips of the fringes 12 enter are formed in positions facing the respective fringes 12 of the rotary shaft 11, and the groove 15 is formed in a V-shape in cross section conforming to the sectional shape of the fringe 12. Magnetic fluid 16 is present in a gap between the outer peripheral part of the tip of the fringe 12 and the annular groove 15.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio